

# Automatisierungstechnik im Dienste einer umweltschonenden Landwirtschaft

Munack, Axel

Veröffentlicht in:  
Jahrbuch 1992 der Braunschweigischen  
Wissenschaftlichen Gesellschaft, S.131-134



Verlag Erich Goltze KG, Göttingen

AXEL MUNACK, Braunschweig

## **Automatisierungstechnik im Dienste einer umweltschonenden Landwirtschaft\***

Im Gegensatz zu Industrie und Gewerbe verlaufen landwirtschaftliche Produktionsprozesse nicht innerhalb geschlossener oder abgrenzbarer Gebäude oder Anlagen. Sie stehen in vielfältigem und direktem Kontakt zur Umwelt: Ökosysteme werden als Produktionsmittel benutzt. Dies gilt vor allem für die Landbewirtschaftung, aber auch für die Tierhaltung, und für diese besonders dann, wenn sie naturnah in bäuerlich strukturierten kleinen oder mittelständischen Betrieben stattfindet. Umweltschonende Landwirtschaft erfordert sowohl eine Analyse als auch die Überwachung, Steuerung und Regelung agrarisch genutzter Ökosysteme, kurz Agrarökosysteme genannt. Im Rahmen der Analyse sind aus diesen Ökosystemen hinausgehende Stoffströme zu erfassen und zu bewerten, auch sind deren mögliche Reduktionen aufzuzeigen.

Eine gezielte Produktion biologischen Materials (Pflanzen oder Tiere) ist ohne einen Eingriff in den Naturhaushalt nicht möglich. Darüber hinaus ist auch die Ernährung der derzeitigen Weltbevölkerung ohne eine Landwirtschaft, die mit einer Vielzahl von technischen und anderen Hilfsmitteln arbeitet, nicht vorstellbar. Zur Gewährleistung einer gleichbleibend guten Produktqualität und einer hohen Produktivität bei Einschränkung des Produktionsrisikos bedient sich der Landwirt dabei einer Anzahl von Stoffen, die er gezielt und bewußt einsetzt: etwa Düngemittel und Pflanzenschutzmittel oder auch Tierarzneimittel. Ein gewisser Anteil dieser Substanzen, dessen Größe von den Anwendungsbedingungen und der Aufwandmenge abhängt, verläßt das Agrarökosystem und führt zu unerwünschten Stoffeinträgen in die Umwelt. Diese direkten Austräge von landwirtschaftlich eingesetzten Mitteln werden im folgenden als Primäremissionen bezeichnet. Allerdings gebieten schon wirtschaftliche Überlegungen, die Stoffe in geringstmöglicher Menge einzusetzen; Ökonomie und Umweltschutz stehen also prinzipiell keinesfalls im Widerspruch.

Eine Optimierung der Anwendungsbedingungen und eine Minimierung der Aufwandmengen erfordern detaillierte Kenntnisse über Wirkungsweise und Verbleib der Mittel. Die vielfältigen Stoffströme in Agrarökosystemen und die komplexen Wechselwirkungen der eingesetzten Stoffe mit organischen und anorganischen Komponenten der Ökosysteme sowie mit den darin lebenden Organismen sind jedoch selbst in der Wissenschaft keineswegs völlig geklärt und für den einzelnen Landwirt schon gar nicht durchschaubar. Es gilt daher, die Forschung über Agrarökosysteme zu intensivieren und das vorhandene Wissen über die Zusammenhänge in geeigneter Weise verfügbar zu machen, so daß letztlich die richtigen Stoffe in der erforderlichen Menge und zum bestmöglichen Zeitpunkt eingesetzt werden können.

---

\* Vortrag vor der Jahresversammlung der Braunschweigischen Wissenschaftlichen Gesellschaft am 19. Juni 1992 (Zusammenfassung).

Trotzdem wird landwirtschaftliche Tätigkeit stets auch mit dem unerwünschten Austrag von Stoffen verbunden sein, die erst während des Produktionsprozesses gebildet werden. Als Beispiele für derartige Sekundäremissionen seien hier nur die Ammoniak-Emissionen aus der Tierhaltung oder die Methan-Produktion beim Naßfeld-Reisanbau genannt. Hier muß man versuchen, durch geeignete Maßnahmen – im Falle der Tierhaltung also beispielsweise durch optimierte Klimaregelung in Ställen – die Emissionen möglichst gering zu halten.

Ein weiterer Aspekt ist ebenfalls zu berücksichtigen: Der Landwirt, der seine wirtschaftliche Existenz auf die nachhaltige Nutzung des Agrarökosystems stützt, muß bestrebt sein, die Funktionsfähigkeit des Systems – insbesondere also des Bodens – langfristig zu erhalten und nach Möglichkeit zu verbessern. Dabei sind neben den eigenen Eingriffen auch vielfältige äußere Störungen des Systems (etwa durch Immissionen aus industriellen Produktionsprozessen oder durch Klimaänderungen) zu berücksichtigen.

In dem Vortrag wurden drei Themenbereiche, nämlich

- die Erhaltung der Funktionsfähigkeit landwirtschaftlicher Produktions- und Ökosysteme,
  - die Reduzierung von Stoffeinträgen zur Unterstützung landwirtschaftlicher Produktionsprozesse sowie
  - die Verminderung von Sekundäremissionen aus landwirtschaftlichen Produktionsprozessen
- behandelt.

Dabei wurde einleitend in jeden Themenbereich der landwirtschaftliche Beitrag zur Umweltbelastung erläutert und mit den Belastungen aus anderen Bereichen, also Industrie, Gewerbe, Verkehr, private Haushalte usw. verglichen.

Es zeigt sich sehr deutlich, daß eine umweltschonende Landwirtschaft auf eine Fülle von Meß- und Regelungselementen angewiesen ist. So kann man der Forderung nach einer bedarfsgerechten Düngung und einem an den aktuellen Erfordernissen orientierten Einsatz von Pflanzenschutzmitteln nur nachkommen, wenn der tatsächliche Bedarf durch Messungen, durch Einbeziehung von Daten aus Datenbanken, Vorhersagediensten usw. sowie durch Bilanzrechnungen ermittelt wird und wenn eine genaue Regelungstechnik während des Ausbringvorganges garantiert, daß auch tatsächlich entsprechend der Vorgaben dosiert wird. Eine wesentliche Voraussetzung für die bedarfsorientierte und damit innerhalb eines Schläges differenzierte – also teil-schlagspezifische – Anwendung sowie die entsprechende Bilanzierung zwischen Aufwand und Ertrag bildet die Ortung. Hier ist durch die Entwicklung des Global Positioning Systems (GPS) sowie seinen Ergänzungen in Form des differentiellen GPS eine Möglichkeit eröffnet, die es schon in wenigen Jahren erlauben könnte, entsprechende Komponenten mit einer für die Landwirtschaft ausreichenden Genauigkeit (ca. 10 ... 20 m) zu günstigen Preisen zu erwerben und zu betreiben.

Optische Methoden – sowohl hinsichtlich einer geometrischen als auch einer spektral aufgelösten Bildverarbeitung – werden in zukünftigen Anwendungen wachsende

Bedeutung erlangen. So könnte die mechanische Unkrautbekämpfung eine Renaissance erfahren, wenn es gelingt, Nutzpflanzen von Wildkräutern zuverlässig zu unterscheiden und die Wildkräuter auf nicht-chemischem Wege (oder zumindest durch gezielte Ausbringung chemischer Mittel) zu bekämpfen.

Auch im Bereich der Tierhaltung sind wesentliche Beiträge der Automatisierungstechnik zum Umweltschutz möglich. So läßt sich beispielsweise eine Reduktion der Ammoniak-Emissionen durch geeignete Einzeltier-bezogene Fütterungsstrategien erreichen. Aber auch die Konstruktion der Stallklimatisierung sowie ihr sinnvoll geregelter Betrieb können in erheblichem Maße zur Verringerung der Emissionen beitragen. Dabei schafft die Tieridentifikation die Voraussetzungen für die Bilanzierung der Tiere hinsichtlich der Kraftfutteraufnahme, des Gewichts und – im Falle von Milchvieh – der Milchleistung. Der Regelkreis wird über die rechnerbasierte Ermittlung der maximalen Kraftfuttermenge (Sollwert, off-line) und die Dosierung des Kraftfutters (on-line) für jedes einzelne Tier geschlossen. Neben der adäquaten Gesamt-Kraftfuttermenge läßt sich dabei auch eine Aminosäurezusammensetzung für das Futter so einstellen, daß der Harnstoffgehalt des Urins und damit die Bildung von Ammoniak verringert wird.

Im Falle der Stallklimatisierung haben umfangreiche Computersimulationen aufgezeigt, daß das Strömungsgeschehen im Stall, speziell die Lage von Zirkulations- und Konvektionszonen, sowie die Bedingungen an der Grenzschicht zwischen Einstreu bzw. Boden und Stallluft den Stoffübergang ganz erheblich beeinflussen. Nimmt dieser Zusammenhang eher auf strukturelle Aspekte Bezug, die beim Bau und der Einrichtung von Stallanlagen von Bedeutung sind, so gilt das besondere Augenmerk hinsichtlich der Stallklimaregelung den Zustandsgrößen Temperatur, Luftfeuchte und Luftwechselrate, die ebenfalls so geregelt werden können, daß die Emissionen verringert werden.

Die beiden vorstehenden Anwendungsgebiete aus Pflanzenbau und Tierhaltung demonstrieren im übrigen auch, daß für die Regelung landwirtschaftlicher Prozesse in vielen Fällen noch geeignete Sensoren fehlen. So existieren zuverlässige, robuste und preiswerte sowie on-line einsetzbare Sensoren weder für die Ermittlung des Nährstoffvorrates im Boden noch zur Bestimmung des Nährstoffbedarfs der Pflanze, und auch die Messung der Ammoniak-Konzentration in der Stallluft ist bislang nicht in voll zufriedenstellender Weise möglich.

Zusammenfassend läßt sich ausführen, daß Methoden und Komponenten der Automatisierungstechnik in vielen Anwendungsgebieten und auf unterschiedlichen Ebenen im Bereich der Landwirtschaft eingesetzt werden können, um Beiträge zur Schonung der Umwelt zu leisten:

- auf der systemnahen Ebene zur Erfassung der interessierenden Zustandsgrößen und zur Regelung auf vorgegebene Sollwerte,
- auf der Hof-Managementebene zur Erstellung von Stoffbilanzen und Schädigungsprognosen sowie der daraus abgeleiteten Ermittlung von Sollwerten,

- auf der Planungs- und Entwurfsebene zur Konzipierung umweltschonender landwirtschaftlicher Geräte, Gebäude und Gebäudeeinrichtungen.

Auf allen diesen Ebenen besteht noch ein unterschiedlich hoher Forschungs- und Entwicklungsbedarf sowie ein erhebliches Realisierungspotential.

---

Prof. Dr.-Ing. Axel Munack,  
Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft  
38116 Braunschweig-Völkenrode (FAL)  
Bundesallee 50